

## פלפל בבקעת הירדן – בחינת היבטים של השקיה בבית רשת

ציפליביץ אפרים, זיוה גלעד, אחיעם מאיר - מו"פ בקעת הירדן  
דוד סילברמן - שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר  
אלעזר פליק, שרון טוביה - מנהל המחקר החקלאי

### תקציר

בניסוי לבחינת היבטים של השקיית פלפל בבית רשת נבדקו הטיפולים שלהלן:

1. ביקורת (טיפול מסחרי) – השקיה לפי המלצות 2020 (לפי פנמן-מונטיס), טפטפות בספיקה של 1.6 ליטר לשעה.
2. השקיה לפי המלצות 2020 – טפטפות בספיקה 0.8 ל"שעה.
3. השקיה לפי דרישה - פתיחה וסגירה אוטומטית לפי חיווי המתקבל משתי תחנות טנסיומטרים, כשלכל תחנה שני עומקים: 20 ו-40 ס"מ. ערכי הסף לפתיחת המים מתבססים על ממוצע של 30 סנטיבר משתי תחנות בעומק 20 ס"מ. סגירת המים תבצע כאשר הממוצע של הנתונים משתי תחנות בעומק 40 הוא 15 סנטיבר. ספיקת טפטפות כמו בטיפול מסחרי.
4. השקיה לפי הערכת התאדות בתוך המבנה – כפי שבאה לידי ביטוי בממוצע של שתי תחנות של גרופיט. מקדם ההשקיה מהתאדות גרופיט היה 1.2. ספיקת טפטפות כמו במסחרי.
5. ההשקיה נעשית כמו בטיפול 4, אך בנוסף לה ניתן גם ג'ל בבור השתילה לפי 10 ק"ג לדונם. ספיקת טפטפות כמו במסחרי.

מתוצאות הניסוי עולה כי הטיפול של ההשקיה בספיקה נמוכה והטיפול של ההשקיה לפי דרישה סיפקו את היבול הכללי ואת היבול ליצוא הגבוהים באופן מובהק מהיבול הכללי והיבול ליצוא בטיפול המסחרי. רמת ההשקיה במ"ק לדונם לעונה בטיפול של ההשקיה לפי דרישה הייתה גבוהה יותר מפי 2 מהרמה בטיפול המסחרי. לעומת זאת, בהשקיה בספיקה נמוכה כמויות המים היו דומות לכמויות בטיפול המסחרי. בתקופה של המעבר לקיץ, תוספת המים בטיפול של ההשקיה לפי דרישה הייתה כ-100 קוב לדי, והיא תרמה לירידה מובהקת ברמת הפרי הדבלין, ולכן יש מקום לבחון אותה גם בטיפולי ההשקיה האחרים.

הפלפל ממשיך להיות גידול חשוב מבחינת מקור פרנסה לחקלאי בקעת הירדן וייעול השימוש במים ממשיך להוות חלק עיקרי ממטרות המחקר. בשנים האחרונות מצאנו כי נתוני האקלים, הנמדדים בתוך מבנה הגידול, עשויים לתרום לחיסכון במים, ללא פגיעה ביבול או באיכותו. עבודה זו התבססה על מדידת נתוני האקלים באמצעות תחנה מטאורולוגית סטנדרטית, שהוכנסה לתוך המבנה העלות של תחנה כזו היא כ- 40,000 ש"ח. בשנים האחרונות התחלנו לבדוק את האפשרות להשתמש בתחנה של חברת GROFIT לקבלת נתוני התאיידות לפי פנמן-מונטיס בתוך המבנה. העלות של תחנת GROFIT מסתכמת בכ- 2300 ש"ח בלבד. בעונה הקודמת השווינו את הנתונים שסיפקו ארבעה חיישני GROFIT ממבנים דומים, ומצאנו שהחיישן הוא אמין וניתן להסתמך עליו בנתוני הקרינה, הטמפרטורה והלחות בתוך המבנה. יתר על כן, ערך קבוע של רוח בנוסחה של פנמן-מונטיס יספק נתוני התאדות לפי פנמן-מונטיס למבנה (ציפליץ וחוב' 2021). יש לציין שהערכים המתקבלים למבנה אינם נמצאים תמיד בקורלציה לנתוני פנמן-מונטיס, הנמדדים בתחנה מטאורולוגית מחוץ למבנה, כיוון שהדבר תלוי גם בשינוי ברכיבים של הנוסחה וגם בכיסוי המבנה. המידע החסר עתה הוא המקדם הרצוי ביחס לנתוני ההתאדות שמספקת תחנת ה- GROFIT בכל אחד משלבי הגידול.

נושא נוסף שנבדק בניסוי הוא האפשרות של "השקיה לפי דרישה". ההשקיה במקרה זה מבוססת על מדידה רציפה של מתח המים בקרקע באמצעות טנסיומטרים. הטנסיומטרים הנמצאים במרכז בית השורשים נותנים את הפקודה לפתיחת ההשקיה והטנסיומטרים הנמצאים בתחתית בית השורשים פוקדים על הפסקת ההשקיה. כעיקרון, הערכים הרצויים לפתיחה ולסגירה נקבעים על ידנו בהתבסס על הניסיון המצטבר בעבודה עם טנסיומטרים. החידוש הוא בזה שהפתיחה והסגירה מתבצעים באופן אוטומטי לפי ערכי הסף שנקבעו.

במחקר הנוכחי נבדקו שני נושאים נוספים: האחד, שימוש בטפטפות בעלות ספיקה נמוכה, מתוך הנחה שהשקיה בקצב איטי מאפשרת לצמח לקלוט יותר מים ויסודות הזנה במהלך ההשקיה עצמה; והשני, תוספת ג'ל מתוצרת חברת פוליטר, המסוגל לספוח מים ויסודות הזנה ולשחררם לצמח בדומה לשחרורם באמצעות כלאטים אורגניים. ג'ל זה מיוצר בצרפת, שם מקובל להשתמש בו לייעול ההשקיה ולחיסכון משמעותי במים.

### מטרת המחקר:

בחינת טיפולים שונים לייעול ההשקיה ולחיסכון במים, ללא פגיעה ביבול או באיכותו.

### מהלך המחקר ושיטות עבודה

הניסוי בוצע בתחנת צבי במו"פ בקעת הירדן בשתי מנהרות עבירות (רוחב המנהרה 10 מ', ואורכה 45 מ'). הכנת השטח נעשתה באמצעות משתת בערוגות הקיימות, פיזור 5 מ"ק/ד' קומפוסט (בוצה מטופלת), שטיפה של 100 מ"ק/ד' בהמטרה, תיחוח, פריסת פלסטיק שקוף על כל השטח לצורך חיטוי סולרי והזרמת אדיגן בערוגות (באמצעות שלוחות הטפטוף). השתילה בוצעה בתאריך 8/8/21. נשתל הזן גלעד. תחילת הגידול היה תחת רשת 17 מ"ש + רשת 40% צל שחורה. רשת הצל הוסרה בתאריך 12/9/21 והוחזרה ב-21/2/22.

## טיפולים

- הטיפולים החלו בתאריך 29/8/21, לאחר התבוססות הצמחים. כל טיפול כלל 6 חזרות.
1. טיפול מסחרי – לפי המלצות 2020 (לפי פנמן-מונטיס), טפטפות כל 20 ס"מ, ספיקה: 1.6 ל"שעה.
  2. השקיה לפי המלצות 2020 – טפטפות כל 20 ס"מ, ספיקה: 0.8 ל"שעה.
  3. השקיה לפי דרישה - פתיחה וסגירה אוטומטית לפי חיווי המתקבל משתי תחנות טנסיומטרים, כשלכל תחנה שני עומקים: 20 ו-40 ס"מ. ערכי הסף לפתיחת המים מתבססים על ממוצע של 30 סנטיבר משתי תחנות בעומק 20 ס"מ. סגירת המים תבצע כאשר הממוצע של הנתונים משתי תחנות בעומק 40 הוא 15 סנטיבר. טפטפות כמו בטיפול המסחרי.
  4. השקיה לפי הערכת התאדות בתוך המבנה – כפי שבאה לידי ביטוי בממוצע של שתי תחנות של חברת גרופיט. המודדות כל 10 דקות טמפרטורה, לחות וקרינה ומחשבת התאדות יומית. מקדם ההשקיה מהתאדות גרופיט היה 1.2. טפטפות כמו בטיפול מסחרי.
  5. ההשקיה נעשית כמו בטיפול 4, אך בנוסף לה ניתן גם ג'ל בבור השתילה לפי 10 ק"ג לדונם. הג'ל הוא חומר טבעי, המשוקק על ידי חברת פוליטר. כאשר החומר בא במגע עם מים, הוא סופח את המים ואת יסודות ההזנה, ובמצב של מחסור בצמח, יכול לשחרר אותם לתועלת הצמחים. טפטפות כמו בטיפול מסחרי.
- ההשקיה מהשתילה ועד ההתבוססות של הצמחים אחידה בכל הטיפולים, לפי הנוהל מקובל בחלקות מסחריות.

במהלך הניסוי נאספו המדדים כלהלן:

1. מעקב טנסיומטרים בשתי חזרות לכל טיפול
  2. מעקב השפעת הטיפולים על גובה הצמחים
  3. מעקב קצב צימוח וחנטה של הצמחים
  4. מיון היבול לפי המדדים המקובלים (קטיף החלקה החל ב-9/11/21)
  5. נתוני טמפרטורה, לחות וקרינה
  6. בדיקות עלים וקרקע פעמיים בעונה
- בדיקות השפעת הטיפולים על חי מדף - פירות מקטיפים של 17/1/22, 13/2/22, 13/3/22, 11/4/22 הועברו למחלקה לחקר תוצרת חקלאית במנהל המחקר החקלאי. הפירות נשטפו במים חמים (ב-55 מ"צ) ואוחסנו ב-7 מ"צ למשך שבועיים, ולעוד 3 ימים ב-22 מ"צ. בתום תקופת האחסון נבדקו מדדי האיכות: א) אחוז איבוד משקל ממשקל התחלתי - נבדקו 10 פירות; ב) מוצקות ידנית על פי סולם מ-1 עד 5, כאשר 1 = פרי רך מאוד, 2 = פרי רך, 3 = פרי גמיש, 4 = פרי מוצק, 5 = פרי מוצק מאוד; ג) שיעור ריקבון העוקץ והפרי, באחוזים מכלל הפירות בטיפול; ד) אחוז פגמים (נזקי הצינה); ה) אחוז פרי פסול – פרי שאינו ראוי לשיווק עקב הצטמקות, ריקבון ופגמי קליפה. מכל טיפול נבדקו שלושה או ארבעה קרטונים של 5 ק"ג. כל האיורים בדו"ח הם ממוצע של 4 קטיפים.
- סך כל כמויות המים השנתיות שניתנו במהלך העונה:
- 1 טיפול (השקיה מסחרית) - 886 קוב/ד'.
  - 2 טיפול (ספיקה נמוכה) - 915 קוב/ד'.
  - 3 טיפול (השקיה לפי דרישה) - 1600 קוב/ד'.
  - 4 טיפול (השקיה לפי GROFIT) - 758 קוב/ד'.
  - 5 טיפול (GROFIT + פוליטר) - 694 קוב/ד'.

בטבלה מס' 1 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על כמות היבול ואיכותו של הפלפל.  
**טבלה 1.** השפעת הטיפולים על היבול והאיכות של הפלפל

משקל פרי (ג')	יבול (ק"ג/מ"ר)			טיפולים
	יבול לשוק	יבול ליצוא	סה"כ יבול	
169	0.8	8.2 B	9.0 B	מסחרי
173	0.7	9.9 A	10.6 A	מסחרי - ספיקה נמוכה
170	0.7	9.9 A	10.6 A	השקיה לפי דרישה
174	0.8	8.9 AB	9.7 AB	התאדות GROFIT
174	0.8	8.7 AB	9.5 AB	התאדות GROFIT + פוליטר
• אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%				

מטבלה 1 ניתן ללמוד שהיבול הכללי והיבול ליצוא בטיפול 2 (ספיקת טפטפות נמוכה - 0.8 ל"ש/י) היו גבוהים מהיבול הכללי ומהיבול ליצוא שהתקבלו בטיפול 1 (ספיקה מסחרית - 1.6 ל"ש/י). כמו כן, בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה, היבול ליצוא והיבול הכללי היה גבוה יותר מהיבול בטיפול המסחרי. היבול בטיפול שהושקה לפי ההתאדות שנמדדה מ- GROFIT עם או בלי פוליטר לא נבדל מהטיפול המסחרי ומהטיפול שקיבל השקיה בספיקה נמוכה. הטיפולים השונים לא השפיעו באופן מובהק על משקל הפרי הממוצע ועל היבול באיכות שוק.

בטבלה 2 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על התפלגות היבול הכללי לפי חודשים.

**טבלה 2.** השפעת הטיפולים על התפלגות היבול הכללי לפי חודשים

יבול כללי (ק"ג/מ"ר)								טיפולים
יוני	מאי	אפריל	מרס	פברואר	ינואר	דצמבר	נובמבר	
0.6	0.6	1.5AB	1.1	1.1	0.6	1.0 AB	2.5 C	מסחרי
0.6	0.6	2.1A	1.0	1.4	0.7	1.0 AB	3.1 AB	מסחרי - ספיקה נמוכה
0.7	0.7	2.0A	0.9	1.4	0.7	1.0 AB	3.3 A	השקיה לפי דרישה
0.6	0.7	1.4B	1.1	1.5	0.7	0.8 B	2.9 AB	התאדות GROFIT
0.6	0.6	1.5AB	1.1	1.4	0.6	1.1 A	2.7 B	התאדות GROFIT + פוליטר
		0.10				0.05	0.05	רמת מובהקות

מטבלה 2 ניתן ללמוד שבחודש נובמבר היבול הגבוה ביותר התקבל בטיפול שבו הייתה השקיה לפי דרישה. היבול בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה היה גבוה באופן מובהק מהיבול שהתקבל בטיפולים שהושקו לפי הנוהל המסחרי ולפי התאדות GROFIT + פוליטר. עם זאת, בדצמבר היבול הגבוה ביותר התקבל מהטיפול שהושקה לפי התאדות GROFIT + פוליטר, והוא היה גבוה במובהק מהיבול בטיפול שקיבל השקיה לפי התאדות GROFIT ללא התוספת של פוליטר. באפריל ניכר הבדל מובהק בין הטיפולים ( $\alpha=0.1$ ), והטיפול שקיבל השקיה לפי ההמלצות המסחריות בטפטפות עם ספיקה נמוכה והטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה היו גבוהים באופן מובהק ביבולם מזה שהתקבל בטיפולים שהושקו לפי התאדות GROFIT עם או בלי פוליטר. בחודשים אחרים לא נראה הבדל מובהק בין הטיפולים.

בטבלה 3 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על התפלגות הגודל של הפלפל.

**טבלה 3.** השפעת הטיפולים על התפלגות הגודל של הפלפל

התפלגות איכות יבול ליצוא (%)				יבול ליצוא (ק"ג/מ"ר)	טיפולים
G-XL	XL	L	M		
16	28 B	42	14 A	8.2 B	מסחרי
16	35 A	40	8 C	9.9 A	מסחרי - ספיקה נמוכה
15	36 A	40	9 BC	9.9 A	השקיה לפי דרישה
19	32 B	37	13 AB	8.9 AB	התאדות GROFIT
20	33 AB	37	10 ABC	8.7 AB	התאדות GROFIT + פוליטר

אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 3 ניתן ללמוד שהטיפולים השפיעו על אחוז הפרי הקטן (M) ועל אחוז הפרי המוגדר XL. השקיה בכמות המומלצת בטפטפות עם ספיקה נמוכה והשקיה לפי דרישה תרמו לאחוזי הנבה גבוהים יותר של פרי באיכות XL. לעומת זאת, הטיפול שקיבל השקיה לפי הנוהל המסחרי הניב אחוז גבוה יותר של פרי קטן, בהבדל מובהק מאחוז הפרי הקטן בטיפולים של השקיה בספיקה נמוכה והשקיה לפי דרישה.

בטבלה מס' 4 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על אחוז הפרי הדבילן בקטיף יוני.

**טבלה 4.** השפעת הטיפולים על אחוז הפרי הדבילן בקטיף יוני

טיפולים	פירות דבילנים קטיף יוני (%)
מסחרי	59 AB
מסחרי - ספיקה נמוכה	54 AB
השקיה לפי דרישה	41 B
התאדות GROFIT	70 A
התאדות GROFIT + פוליטר	69 A

אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 4 ניתן ללמוד כי אחוז הפירות הדבילנים שנקטפו בחודש יוני בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה היה נמוך באופן מובהק מאחוז הפירות הדבילנים בטיפולים שקיבלו השקיה לפי התאדות GROFIT עם או בלי פוליטר.

בטבלה 5 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על גובה הצמחים.

**טבלה 5. השפעת הטיפולים על גובה הצמחים**

גובה צמחים – ממוצע בס"מ				טיפולים
18/5/22	3/3/22	17/10/21	5/10/21	
186.9	157.6 AB	97.3 B	82.8 AB	מסחרי
200.5	<b>171.4 A</b>	104.5 AB	86.0 AB	מסחרי - ספיקה נמוכה
203.7	170.1 AB	<b>107.9 A</b>	<b>87.3 A</b>	השקיה לפי דרישה
192.5	159.7 AB	97.6 B	77.6 C	התאדות GROFIT
196.9	155.2 B	99.3 B	81.8 BC	התאדות GROFIT + פולטר

אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 5 ניתן ללמוד שקצב גידול הצמחים הושפע חלקית מטיפולי ההשקיה. בתחילת הגידול, בחודש אוקטובר, נמצא שהשקיה לפי דרישה תרמה לקצב גידול מהיר, והצמחים היו גבוהים במובהק מהצמחים בטיפולים האחרים. בסוף הגידול גובה הצמחים היה דומה בכל הטיפולים. יש לציין שלמרות שבמדידות של חודש אוקטובר היה הבדל מובהק בין הטיפולים מבחינת גובה הצמחים, בספירת החנטים ראינו שהטיפולים לא השפיעו באופן מובהק על כמות החנטים לצמח (הנתונים אינם מוצגים בדו"ח זה).

**בדיקות קרקע**

בטבלה 6 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על הרמה של יסודות הזנה ויסודות מליחות בחתך הקרקע במרס ובסיום הניסוי.

**טבלה 6. השפעת הטיפולים על הרמה של יסודות הזנה ויסודות מליחות בחתך הקרקע**

SAR	אשלגן (מא"ק/לי)	זרחן (מ"ג לק"ג)	חנקן מינרלי (מ"ג לק"ג)	כלוריד (מא"ק/לי)	מוליכות (dS/m)	הטיפול
דיגום במרס עומק 0-20 ס"מ						
		144	23.0 בג	5.9	1.23	מסחרי
		154	34.2 א	5.9	1.40	ספיקה נמוכה
		154	27.2 אב	5.8	1.29	השקיה לפי דרישה
		149	20.6 בג	5.8	1.22	התאדות GROFIT
		145	17.4 ג	7.0	1.28	התאדות GROFIT + פולטר
דיגום במרס עומק 20-40 ס"מ						
		125	18.1 אב	5.9 ב	1.18	מסחרי
		143	26.5 א	6.6 אב	1.37	ספיקה נמוכה
		136	21.5 אב	5.7 ב	1.15	השקיה לפי דרישה
		132	17.6 אב	5.7 ב	1.14	התאדות GROFIT
		143	16.3 ב	8.5 א	1.49	התאדות GROFIT + פולטר
דיגום בסיום הניסוי עומק 0-20 ס"מ						
1.87 ב	0.57 ב	146	15.6 ב	7.8 בג	1.5 אב	מסחרי
1.73 בג	<b>1.27 א</b>	150	<b>47.6 א</b>	10.3 אב	<b>1.8 א</b>	ספיקה נמוכה
1.47 ג	0.55 ב	151	15.9 ב	5.2 ג	1.1 ב	השקיה לפי דרישה
<b>2.77 א</b>	0.28 ב	145	7.5 ב	<b>11.3 א</b>	1.6 אב	התאדות GROFIT
<b>2.73 א</b>	0.28 ב	147	7.4 ב	10.7 אב	1.7 אב	התאדות GROFIT + פולטר
דיגום בסיום הניסוי עומק 20-40 ס"מ						
2.30 ב	0.35 בג	121	13.5 ב	9.1 ב	1.43 אב	מסחרי
2.43 ב	<b>0.63 א</b>	107	<b>30.7 א</b>	12.5 אב	2.03 אב	ספיקה נמוכה
1.87 ג	0.51 אב	124	12.8 ב	7.1 ב	1.23 ב	השקיה לפי דרישה
<b>2.97 א</b>	0.37 בג	124	9.7 ב	<b>18.7 א</b>	<b>2.53 א</b>	התאדות GROFIT
<b>2.90 א</b>	0.28 ג	125	7.5 ב	12.6 אב	1.80 אב	התאדות GROFIT + פולטר

אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

## **השפעת הטיפולים על רמות היסודות בקרקע בחודש מרס**

**מוליכות חשמלית** - לא היה הבדל מובהק בין הטיפולים ברמת המוליכות החשמלית בשני העומקים שנבדקו, ובכולם נמצאה רמה נמוכה.

**רמת הכלוריד** - לא נמצאה השפעה של הטיפולים על רמת הכלוריד בעומק 0-20 ס"מ, אך בעומק של 20-40 ס"מ רמת הכלוריד בטיפול שקיבל השקיה לפי התאדות GROFIT + פוליטר הייתה גבוהה באופן מובהק מרמתו בכל הטיפולים האחרים, מלבד הטיפול שקיבל השקיה לפי המסחרי בספיקה נמוכה.

**חנקן מינרלי** - בכל הטיפולים, מלבד הטיפול שקיבל השקיה לפי המסחרי בספיקה נמוכה, רמת החנקן המינרלי הייתה נמוכה במקצת מהרצוי. ניתן לראות שבעומק 0-20 ס"מ הרמה בטיפול המסחרי בספיקה נמוכה הייתה גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפול המסחרי שקיבל השקיה בספיקה הרגילה ומהרמה בטיפולים שקיבלו השקיה לפי התאדות GROFIT עם או בלי פוליטר. בעומק 20-40 ס"מ, בטיפול שקיבל השקיה לפי GROFIT הייתה רמת החנקן המינרלי גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי התאדות GROFIT + פוליטר. שאר הטיפולים לא נבדלו זה מזה, אף לא מהטיפול של ההשקיה בספיקה נמוכה ומהטיפול שקיבל השקיה לפי התאדות GROFIT + פוליטר.

**זרחן** - רמת הזרחן בכל הטיפולים הייתה גבוהה מאוד, אך לא נמצאה השפעה של הטיפולים על הזרחן בשני העומקים.

## **השפעת הטיפולים על רמת יסודות בקרקע בחודש יוני (סיום הניסוי)**

**מוליכות חשמלית** - הרמה של המוליכות החשמלית בעומק 0-20 ס"מ בטיפול שקיבל השקיה לפי המסחרי בספיקה נמוכה הייתה גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה. לעומת זאת, בעומק 20-40 ס"מ הרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי התאדות GROFIT הייתה גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה. במועד זה הרמה של המוליכות החשמלית בכל הטיפולים לא הייתה גבוהה.

**רמת הכלוריד** בסיום הניסוי - ניתן לראות שהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי התאדות GROFIT הייתה גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפול המסחרי ומהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה.

**חנקן מינרלי** - ניתן לראות שגם בעומק 0-20 ס"מ וגם בעומק 20-40 ס"מ הרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי המסחרי בספיקה נמוכה, הייתה גבוהה מהרמה בכל הטיפולים האחרים. בכל יתר הטיפולים הייתה רמה נמוכה מאוד מהמומלץ.

**זרחן** - ניתן לראות שלא היה הבדל מובהק בין הטיפולים בשני העומקים שנבדקו. הרמה של הזרחן הייתה גבוהה בכל הטיפולים.

**אשלגן** - ניתן לראות שהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי המסחרי בספיקה נמוכה הייתה גבוהה מהרמה בכל הטיפולים האחרים, הנחשבת בתחום הרצוי. לגבי הרמה בעומק 20-40 ס"מ ניתן לראות שהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי המסחרי בספיקה נמוכה הייתה גבוהה מהרמה בכל הטיפולים האחרים, מלבד הטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה.

**SAR** - ניתן לראות שהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה הייתה נמוכה מהרמה בכל הטיפולים האחרים, מלבד הטיפול שקיבל השקיה לפי המסחרי בספיקה נמוכה. לגבי הרמה בעומק 20-40 ס"מ, ניתן לראות שהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה הייתה נמוכה מהרמה בכל הטיפולים האחרים. כמו כן, הרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי המסחרי בספיקה נמוכה או בספיקה רגילה, הייתה נמוכה מהרמה בטיפולים שקיבלו השקיה לפי התאדות GROFIT עם או בלי פוליטר. רמת ה-SAR בכל הטיפולים הייתה נמוכה.

## בדיקות עלים

בטבלה מס' 7 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על הרמה של יסודות ההזנה ויסודות מליחות בעלים בדיגום שבוצע במרס ובדיגום שבוצע בסיום העונה.

**טבלה 7.** השפעת הטיפולים על רמת יסודות הזנה ויסודות מליחות בעלים בדיגום שבוצע במרס ובדיגום שבוצע בסיום העונה

טיפול	חנקן (%)	זרחן (%)	אשלגן (%)	כלוריד (%)	נתרן (מ"ג/ק"ג)	ברזל (מ"ג/ק"ג)	מנגן (מ"ג/ק"ג)	אבץ (מ"ג/ק"ג)
דיגום במרס								
מסחרי	4.3	0.22 אב	3.4	0.99	<b>298 א</b>	249	112	57 אב
ספיקה נמוכה	4.2	0.21 ב	3.3	1.05	<b>298 א</b>	249	94	52 אב
השקיה לפי דרישה	4.0	<b>0.24 א</b>	3.7	0.65	225 ב	236	94	51 ב
התאדות GROFIT	4.1	0.21 ב	3.5	0.65	249 אב	292	108	55 אב
התאדות GROFIT+פוליטר	4.2	0.21 ב	3.6	1.08	249 אב	252	116	<b>58 א</b>
דיגום בסיום הניסוי								
מסחרי	5.25	0.24 אבג	4.3	0.21			58.9 אב	39.7
ספיקה נמוכה	5.47	0.27 אב	4.4	0.48			61.3 אב	42.6
השקיה לפי דרישה	5.08	<b>0.28 א</b>	4.2	0.19			57.5 ב	43.5
התאדות GROFIT	4.70	0.23 בג	3.9	0.31			60.5 אב	36.8
התאדות GROFIT+פוליטר	4.56	0.21 ג	3.9	0.23			<b>68.5 א</b>	37.8

אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%

מטבלה 7 עולה כי **רמת החנקן** בעלים הייתה טובה כל הניסוי, ולא נראה הבדל מובהק בין הטיפולים.

**רמת הזרחן** הייתה יחסית נמוכה בכל הטיפולים בשני מועדי הדיגום (למרות רמתו הגבוהה בקרקע).

אמנם, ניתן לראות שבטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה, הייתה רמה גבוהה יותר בהשוואה ליתר הטיפולים. בדיגום של חודש מרס, הייתה הרמה גבוהה באופן מובהק מהרמה בכל הטיפולים, מלבד הטיפול המסחרי ובדיגום שבוצע בסיום הניסוי, הייתה רמת הזרחן גבוהה באופן מובהק רק מהרמה בטיפולים שקיבלו השקיה לפי GROFIT עם או בלי פוליטר.

**רמת האשלגן** לא היה הבדל מובהק בין הטיפולים והרמה בכל הטיפולים היה בתחום הרצוי.

**רמת הכלוריד** בדיגום שנעשה בחודש מרס, הייתה הרמה גבוהה יחסית בכל הטיפולים, לעומת הדיגום שבוצע בתום הניסוי, שבו הייתה רמתו בכל הטיפולים נמוכה יחסית.

**רמת הנתרן** נבדקה רק בדיגום שבוצע במרס, וניתן לראות שהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה הייתה נמוכה במובהק מהרמה בטיפול המסחרי ומהרמה בטיפול המסחרי שקיבל השקיה בספיקה נמוכה.

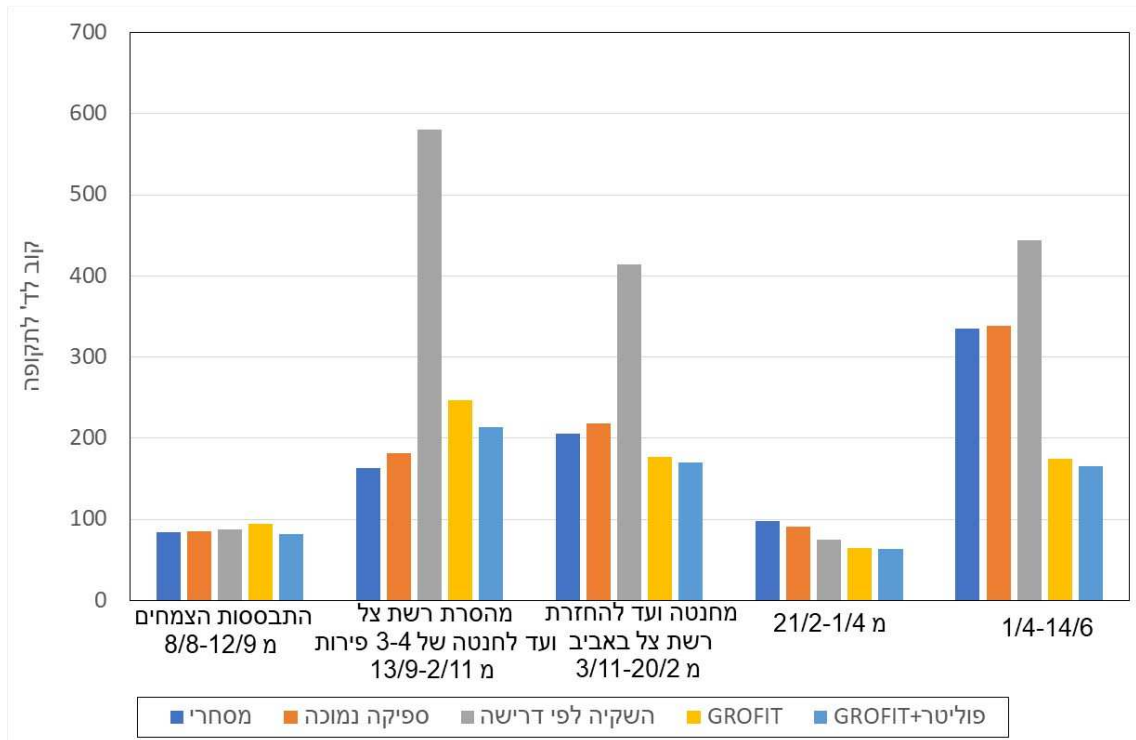
מבחינת **רמת יסודות הקורט**, ניתן לראות שהרמה בשלושת היסודות הייתה טובה בכל הטיפולים בשני מועדי הדיגום. בדיגום בחודש מרס יש הבדל מובהק בין הטיפולים, והרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי התאדות GROFIT + פוליטר, הייתה גבוהה במובהק מהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה.

לעומת זאת, בדיגום שבוצע בסיום הניסוי היה הבדל מובהק בין הטיפולים ברמת המנגן, ורמתו בטיפול שקיבל השקיה לפי התאדות GROFIT + פוליטר הייתה גבוהה מהרמה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה.



## כמויות מים ואינטרוול ההשקיה

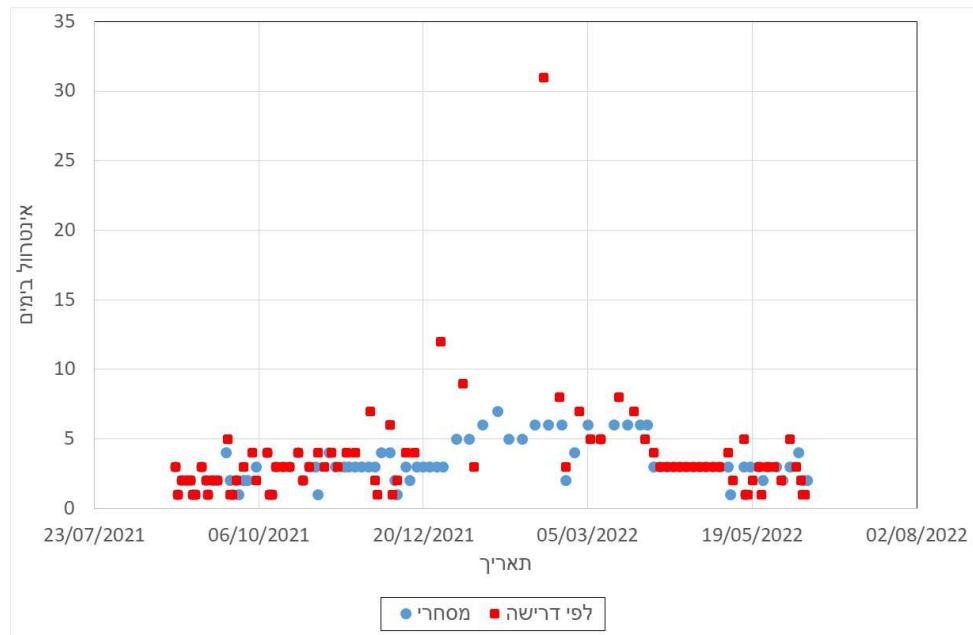
באיור מס' 1 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על כמויות המים בכל תקופה.



**איור 1.** השפעת הטיפולים על כמויות המים בכל תקופה

מאיור 1 ניתן ללמוד שבתקופה של התבססות הצמחים, כאשר לא הופעלו הטיפולים, לא היה הבדל בין הטיפולים בכמויות המים. הפלפל קיבל בתקופה זו כ-90 קוב לד' בכל הטיפולים. לעומת זאת, בתקופה השנייה, מהסרת רשת הצל ועד לחנטה של 3-4 פירות, כמות המים בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה הייתה כמעט פי 3 מכמויות המים בטיפולים האחרים (600 קוב לד', לעומת כ-200 קוב לד' בטיפולים האחרים). כמו כן, בתקופה השלישית, מתאריך 3/11/2021 ועד 20/2/2022, ניכר הבדל בולט בין הטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה, לטיפולים האחרים, כשהטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה הושקה בכמות כפולה של מים לעומת הטיפולים האחרים. בתקופה הרביעית, 21/2/22-1/4/22, לא היה הבדל בין הטיפולים, והפלפל קיבל בה כ-80 קוב לד' בכל הטיפולים. בתקופה החמישית, הטיפול של ההשקיה לפי דרישה קיבל 80 מ"ק יותר מאשר טיפולים 1 ו-2 (השקיה לפי הנחיה מסחרית והשקיה בספיקה נמוכה), ו-250 מ"ק יותר מאשר טיפולים 4 ו-5 (טיפול ה-GROFIT).

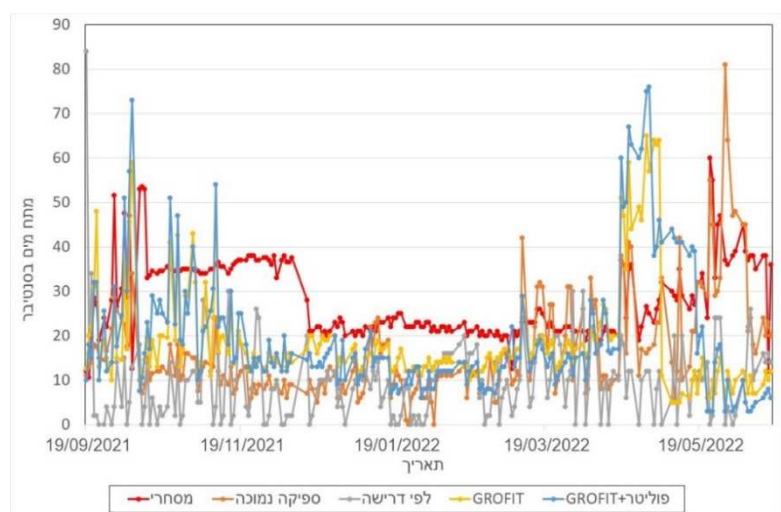
באיור מס' 2 מרוכזים הנתונים של אינטרוול ההשקיה בטיפול של ההשקיה לפי דרישה ובטיפול המסחרי (כל הטיפולים מלבד הטיפול של ההשקיה לפי דרישה הופעלו באינטרוול המסחרי).



**איור 2.** האינטרוול בטיפול של ההשקיה לפי דרישה, לעומת האינטרוול בטיפול המסחרי מאיור 2 ניתן ללמוד שגם בסתיו וגם באביב האינטרוול בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה היה דומה לאינטרוול בטיפול המסחרי. לעומת זאת, בתקופת החורף יש נטייה לאינטרוול ארוך יותר בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה, גם נוכח העובדה שמאמצע ינואר עד אמצע פברואר בטיפול של ההשקיה לפי דרישה בוצעה רק השקיה אחת (צריך לזכור שבמהלך ינואר ופברואר ירדו 90 מ"מ גשם), לעומת הטיפול המסחרי שהמשיך לקבל השקיה כל 6 ימים.

### בקרת ההשקיה

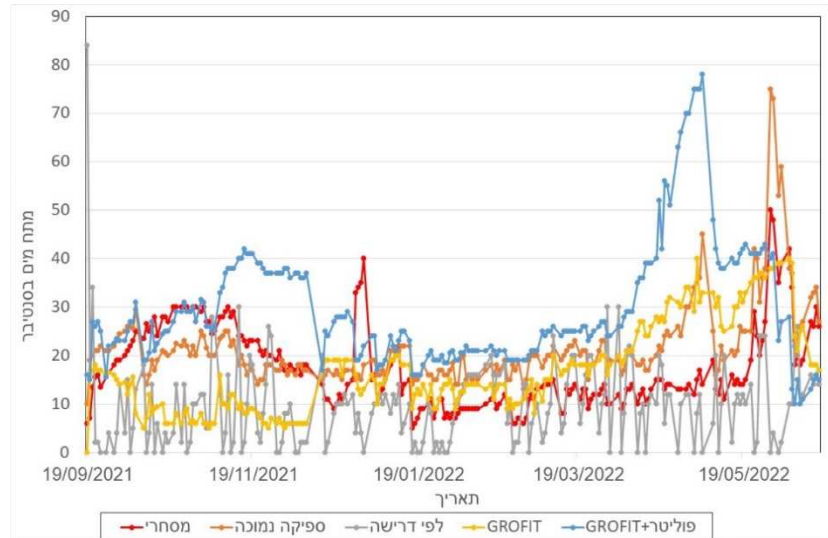
באיור מס' 3 מרוכזים הנתונים של מתח המים בקרקע בעומק 20 ס"מ.



**איור 3.** השפעת הטיפולים על מתח המים בקרקע בעומק 20 ס"מ

מאיוור 3 עולה כי מתח המים בקרקע בעומק 20 ס"מ בטיפול המסחרי היה לרוב גבוה יותר ממתח המים בטיפולים האחרים, כולל הטיפול שקיבל השקיה בספיקה נמוכה והטיפולים שקיבלו השקיה לפי GROFIT עם או בלי פוליטר. כמו כן, ניתן לראות שמתח הסף להשקיה בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה לא תאם את ערכי הסף שהוגדרו בבסיס הטיפול (הסיבה לכך היא שבהוראת ההפעלה של הטיפול, גם כשערך הסף הגיע, הוא מתחיל רק בתום ההשקיה באותו יום). לגבי ההבדל במתח המים בהשפעת הפוליטר, לא נראה שיש הבדל בעומק 20 ס"מ.

באיוור מס' 4 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על מתח המים בקרקע בעומק 40 ס"מ.

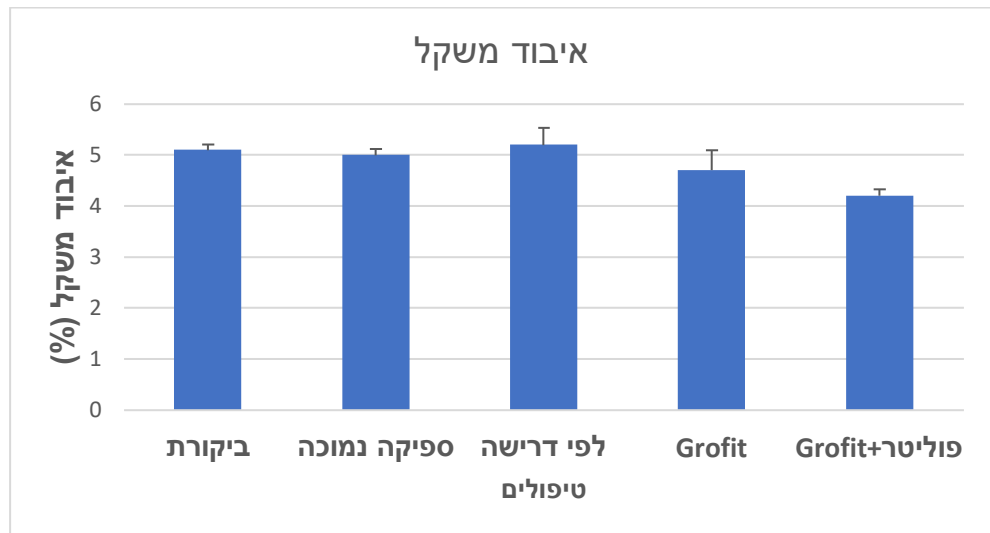


#### איוור 4. השפעת הטיפולים על מתח המים בקרקע בעומק 40 ס"מ

מאיוור 4 ניתן ללמוד שבעומק 40 ס"מ היו הערכים בטיפול המסחרי בסתיו 20-30 סנטימטר. לעומת זאת, בחורף ובאביב הם ירדו לסביבות 10 סנטימטר, ורק לקראת סוף הניסוי הערכים עלו. בטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה, נמדדו ערכים של סביבות 10 סנטימטר במהלך העונה כולה. יש לציין כי בטיפול של ה-GROFIT + פוליטר היו הערכים גבוהים מהערכים בכל הטיפולים האחרים, מלבד הערכים בסיום העונה (מאמצע מאי), שירדו בטיפול זה. בטיפול ההשקיה בספיקה נמוכה בתחילת העונה היו הערכים נמוכים במקצת מאלה של הטיפול המסחרי, אך החל מתחילת החורף ועד לסיום הניסוי היו ערכים אלה גבוהים במקצת מהערכים בטיפול המסחרי. בעומק 40 ס"מ לא נראתה התייבשות מיוחדת באף אחד מהטיפולים כל העונה, חוץ מהמעבר לקיץ, שבו הטיפול של ה-GROFIT + פוליטר והטיפול של הספיקה נמוכה הגיעו לערכים גבוהים יחסית.

#### חיי מדף

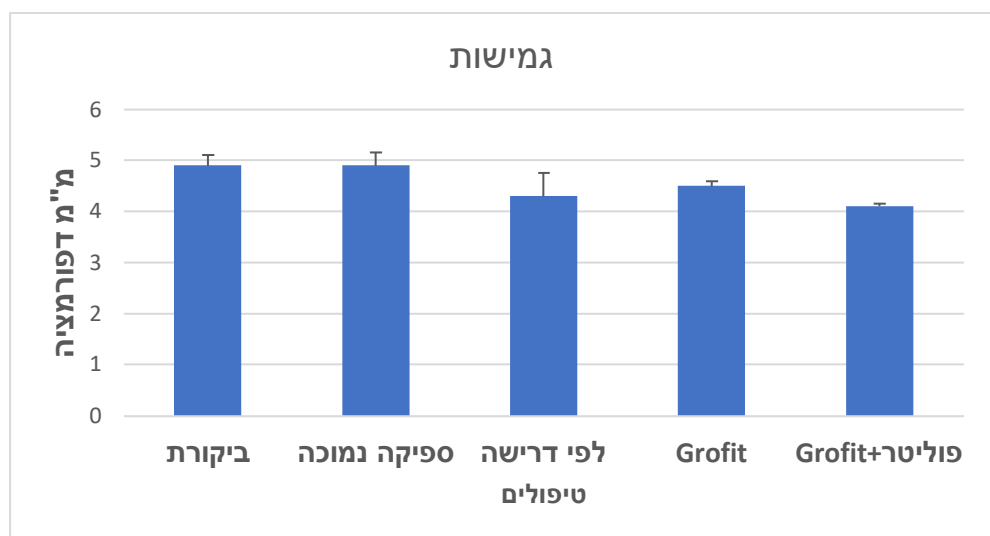
באיוורים 5-9 שלהלן מופיעים נתוני השפעת טיפולי ההשקיה על כושר האחסון של הפלפל (14 יום ב-7 מ"צ + 3 ימים ב-20 מ"צ). הנתונים הללו הם ממוצעי בדיקות מארבעה קטיפים. באיוור מס' 5 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על איבוד המשקל לאחר האחסון.



**איור 5.** השפעת טיפולי השקיה על אחוז איבוד המשקל

מאיור 5 למדים כי בטיפול שקיבל השקיה לפי GROFIT + פוליטר היה איבוד משקל נמוך יותר מאיבוד המשקל בטיפול הביקורת ומטיפול ההשקיה בספיקה נמוכה ומהטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה.

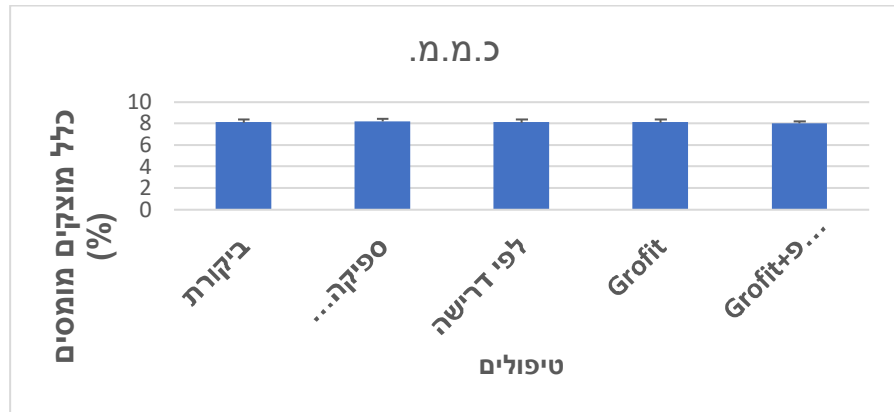
באיור מס' 6 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על גמישות הפרי לאחר האחסון.



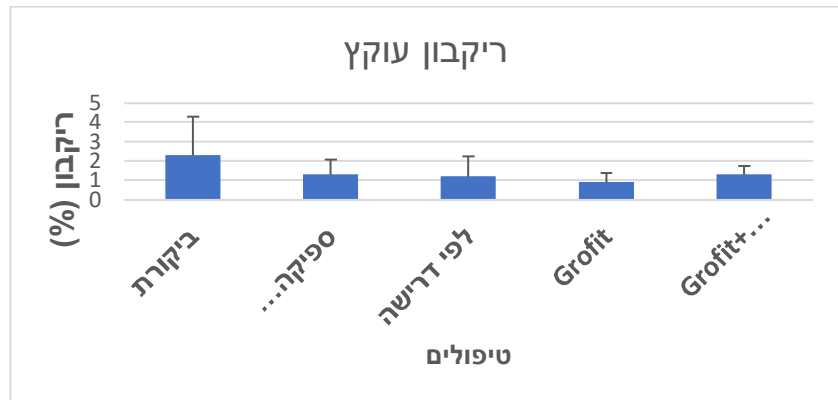
**איור 6.** השפעת טיפולי ההשקיה על גמישות הפרי (אלסטיות)

מאיור 6 עולה כי הפרי מטיפול ההשקיה לפי GROFIT + פוליטר היה פחות רך במובהק מהפרי בטיפול שקיבל השקיה לפי GROFIT, מהפרי בטיפול הביקורת ומהפרי בטיפול שקיבל השקיה בספיקה נמוכה.

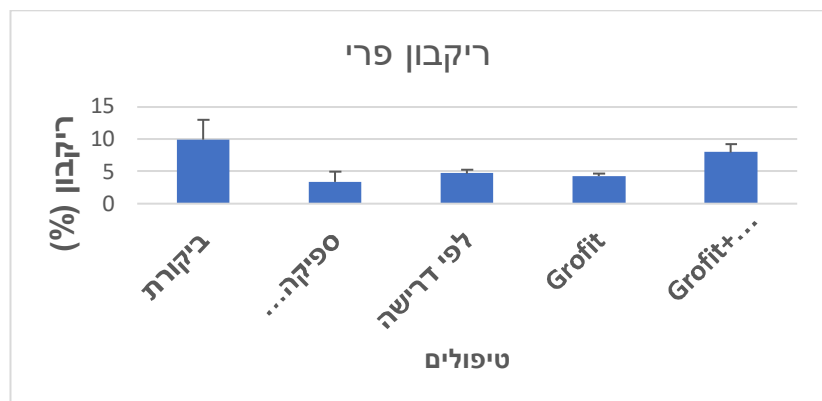
באיור מס' 7 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על אחוזי הסוכר בפרי.



**איור 7.** השפעת טיפולי ההשקיה על כלל המוצקים המומסים (אחוז סוכר) מאיור 7 ניתן ללמוד שלא היה הבדל מובהק בין הטיפולים ברמת הסוכר. באיור מס' 8 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על הרמה של ריקבון העוקץ.

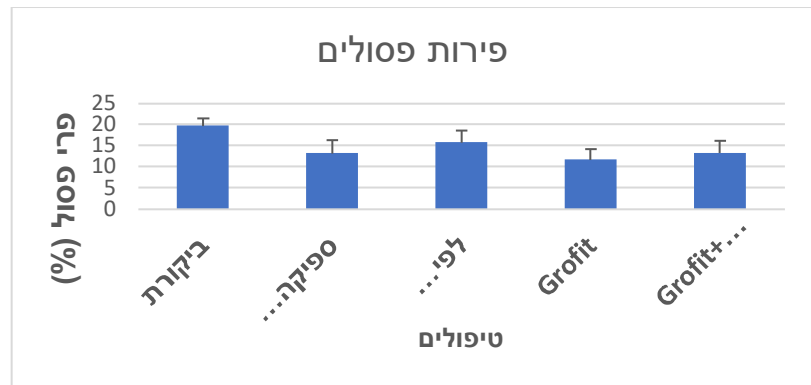


**איור 8.** השפעת טיפולי השקיה על אחוז ריקבון עוקץ מאיור 8 עולה שלא היה הבדל מובהק בין הטיפולים ברמת ריקבון העוקץ. באיור מס' 9 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על רמת הריקבון בפרי.



**איור 9.** השפעת טיפולי ההשקיה על אחוז ריקבון הפרי מאיור 9 נראה כי רמת הריקבון של הפרי בטיפול הביקורת ובטיפול שקיבל השקיה לפי GROFIT + פוליטר, הייתה גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפול שקיבל בספיקה נמוכה, מהטיפול שקיבל השקיה לפי דרישה ומהטיפול שקיבל השקיה לפי GROFIT.

באיור 10 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על אחוז הפירות הפסולים.



**איור 10.** השפעת טיפולי ההשקיה על אחוז הפירות הפסולים (אינם ראויים לשיווק)

מאיור 10 ניתן להסיק כי אחוז הפירות הפסולים בטיפול של ההשקיה בספיקה נמוכה ובטיפול שקיבל ההשקיה לפי GROFIT עם או בלי פולטר, היה נמוך באופן מובהק מאחוז הפירות הפסולים בטיפול המסחרי.

## דיון

מטרת העבודה הנוכחית הייתה להמשיך ולבחון טיפולי השקיה, שיביאו לחיסכון במים, תוך קבלת קצב צימוח נמוך, ללא פגיעה ביבול או באיכותו. בעונה הנוכחית רמת היבול בשני טיפולים הייתה טובה יותר באופן מובהק מהטיפול המסחרי. הטיפולים שהיו טובים יותר הם השקיה בטפטפות בספיקה נמוכה והשקיה לפי דרישה. בטיפול של ההשקיה לפי דרישה קיבלנו בקטיף המוקדם, בחודש נובמבר, וכן בקטיף באפריל יבול גבוה יותר במובהק מהיבול בטיפול הביקורת, אולם תוצאה זו לוותה בצימוח גבוה, מה שעלול להוות חיסרון בהמשך העונה מסיבה טכנית (חוסר יכולת להדליה ראויה) ומסכנת מכות שמש בסוף העונה, בשל האוויר החם בחלקו העליון של המבנה בקטיפי הקיץ. בטיפול של ההשקיה לפי דרישה ניתנו פי 2.5 יותר מים בתקופה שהתחילה לאחר התבססות הצמחים (12/9) ונמשכה עד לקראת סוף פברואר (21/2). נראה לנו שתוספת של 700 קוב לדונם איננה סבירה, גם אם היא תורמת לכמות יבול גדולה יותר, במיוחד על רקע העובדה שחיי המדף של הפרי לא היו משופרים ביחס לחיי המדף בטיפול המסחרי. כמו כן, ברב המוחלט של השנים היבול המוקדם של בקעת הירדן נמכר במחירים הקרובים למחירי הפסד. בחלק האחרון של העונה קיבלנו בטיפול של ההשקיה לפי דרישה, שיפור ברמת הפרי הדבולן באופן לא מובהק ביחס לביקורת, ובאופן מובהק ביחס לטיפולי ה-GROFIT. לנתון זה יש חשיבות גדולה כי הפרי של הבקעה המגיע לשוק נחשב לרוב פרי נחות בשל דבלנות, ולכן תוספת מים של כ-100 מ"ק לדי, המביאה לירידה מובהקת ברמת הדבלנות, נראית כתוספת סבירה.

טיפול נוסף, שתרים באופן מובהק לעלייה ביבול, היה הטיפול של ההשקיה בספיקה נמוכה. בטיפול זה גובה הצמחים לא היה רם יותר מהגובה בטיפול המסחרי, וחיי המדף בפרמטרים של ריקבון פרי ופירות פסולים היה נמוך יותר. החיסרון שנראה בטיפול זה התבטא בכך שרמת הכלוריד הייתה גבוהה באופן בולט (לא מובהק) מהרמה בטיפול המסחרי, תופעה שבאה לידי ביטוי הן בקרקע והן בעלים. ייתכן שבשנים הבאות כדאי להשקות במעט יותר מים (תוספת של 10%-20%) בטיפול זה, בעיקר בתקופת הקיץ לשם קבלת פרי פחות דבולן.

הטיפול של ההשקיה לפי GROFIT היה פחות טוב, וייתכן שכדאי לעדכן את המקדמים שלו כדי לשפר את התוצאות. מהנתונים בשנה הנוכחית נראה שעיקר התיקון הדרוש הוא העלאת המקדם שנקבע ביחס לנתוני ההתאדות בתקופת המעבר לקיץ. אפשר לבדוק גם השקיה בטפטפות עם ספיקה נמוכה, כשהטיפול יתבסס על נתוני הגרופיט עם מקדמים מתאימים.

תוספת הפוליטר לטיפול של ההשקיה לפי GROFIT תרמה אמנם תרומה מסוימת לחיי המדף: ירידה באיבוד המשקל וירידה בדפורמציה, אולם גרמה ליותר ריקבון של הפרי. התרומה של הפוליטר נראית בסך הכול שולית, ולכן ייתכן שאין סיבה להשתמש בטכניקה זו.

## **המלצות למגדלים**

נושא דיוק ההשקיה בגידול פלפל בבקעת הירדן הינו מרכיב חשוב בעבודת המו"פ. בעקבות מחקרים שבוצעו נערכו מספר עידכונים המלצות של מקדמי ההשקיה, האחרון יצא בסיום עונה 2020. תוצאות הניסוי המדווח מעלה עדיין אינן בשלות להרכיב דף המלצות חדש. צוות המחקר נמצא בקשר צמוד עם החקלאים ובסיום המחקר יגובש דף המלצות מעודכן